

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-038150

(43)Date of publication of application : 07.02.1990

(51)Int.Cl.

B60K 41/20

B60T 8/58

F02D 29/02

F02D 41/22

(21)Application number : 63-191343

(71)Applicant : MAZDA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 29.07.1988

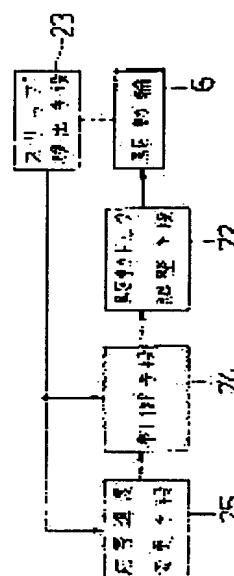
(72)Inventor : TSUYAMA TOSHIAKI
ONAKA TORU

(54) SLIP CONTROLLER FOR AUTOMOBILE

(57)Abstract:

PURPOSE: To enhance the convergence of slippage in the case of performing feedback control for driving torque at a preset speed of response so as to control the slippage, by largely varying the preset speed of response oriented in the reducing direction of driving torque when a slip value rises to above its preset value.

CONSTITUTION: Driving torque adjusting means 22 are provided for adjusting driving torque acted on a driving wheel 6, and are urged by controlling means 22 to perform feedback control for the driving torque at the preset speed of response so that the slip value of the driving wheel against the surface of a road, which value is detected by slip detecting means 23, is set to the desired value. In such a controller as mentioned above, speed of response varying means 25 are provided to which the output of the slip detecting means 23 is input, and are urged to largely vary the preset speed of response oriented such that driving torque acted on the driving wheel 6 is reduced, when the slip value of the driving wheel 6 rises to above the desired value. This makes it possible for the re-slippage of the driving wheel 6 to rapidly converge.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-38150

⑬ Int. Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)2月7日

B 60 K 41/20
B 60 T 8/58
F 02 D 29/02
41/22

3 1 1 D
3 1 0 A
E

8710-3D
8510-3D
7713-3G
7825-3G

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全12頁)

⑮ 発明の名称 自動車のスリップ制御装置

⑯ 特 願 昭63-191343

⑰ 出 願 昭63(1988)7月29日

⑱ 発 明 者 津 山 俊 明 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
⑲ 発 明 者 尾 中 徹 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
⑳ 出 願 人 マツダ株式会社 広島県安芸郡府中町新地3番1号
㉑ 代 理 人 弁理士 前 田 弘 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

自動車のスリップ制御装置

2. 特許請求の範囲

(1) 駆動輪に作用する駆動トルクを調整する駆動トルク調整手段と、上記駆動輪の路面に対するスリップ値を検出するスリップ検出手段と、該スリップ検出手段の出力を受け、駆動輪のスリップ値が目標値となるよう上記駆動トルク調整手段を設定応答速度でフィードバック制御する制御手段とを備えとともに、上記スリップ検出手段の出力を受け、駆動輪のスリップ値が上記目標値よりも設定値以上大きくなったとき、上記駆動輪に作用する駆動トルクを低減する方向の上記制御手段のフィードバック制御における設定応答速度を大きく変更する応答速度変更手段とを備えたことを特徴とする自動車のスリップ制御装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、車両の駆動輪のスリップを抑制、防止して、走行安定性の向上を図るようにした自動車のスリップ制御装置の改良に関する。

(従来の技術)

本出願人は、この種の自動車のスリップ制御装置として、先に、特開昭63-31864号公報に開示されるように、車両の駆動輪の従動輪に対するスリップ値を検出すると共に、この駆動輪のスリップ値を目標スリップ値にすべく駆動輪に作用する駆動トルクを所定の応答速度でフィードバック制御することにより、過大な駆動トルクの作用を防止して、駆動輪のスリップを有効に抑制、防止するようにしたものを提案している。而して、上記提案のものでは、路面の摩擦係数(以下、路面μいう)が雪路等で低い場合には、フィードバック制御の応答速度を低く設定して、駆動トルクの変化を緩やかにし、駆動輪のスリップを発生し難くしている。

(発明が解決しようとする課題)

しかるに、上記提案のものにおいて、例えば雪

道等の低 μ 路の走行時、駆動輪に再スリップが生じた場合には、駆動トルクのフィードバック制御は低 μ 路に対応した低い応答速度で行われ、このため駆動輪に作用する駆動トルクはこのフィードバック制御でもって徐々に減少調整されることになり、この再スリップ時でのスリップの収束に時間を要することになり、この駆動輪のスリップをその発生初期から素早く抑制して、その収束性の向上を図る要請がある。

本発明は斯かる点に鑑みてなされたものであり、その目的は、低 μ 路での走行時での駆動輪の駆動トルクの変化を小さく抑えて、その走行安定性を確保しながら、駆動トルクのフィードバック制御の応答速度を必要に応じて適宜早めることにより、駆動輪の再スリップをも素早く収束させて、収束性の向上を図ることにある。

(課題を解決するための手段)

その場合、フィードバック制御の応答速度は、駆動輪の駆動トルクを低減する方向と、増大させる方向との双方があるが、スリップの収束に関連

のスリップ値が上記目標値よりも設定値以上大きくなったとき、上記駆動輪6に作用する駆動トルクを低減する方向の設定応答速度を大きく変更する応答速度変更手段25を設ける構成としたものである。

(作用)

以上の構成により、本発明では、駆動トルクのフィードバック制御時には、制御手段24により駆動トルク調整手段22が設定応答速度でフィードバック制御されて、駆動輪6に作用する駆動トルクが漸次適切値となり、駆動輪6のスリップ値が目標になるので、駆動輪のスリップが有効に抑制、防止される。その際、駆動輪6に作用する駆動トルクの変化は設定応答速度であり、この設定応答速度は走行安定性の観点から低 μ 路では小さな値であるので、駆動トルクは低 μ 路では徐々に変化する。

今、低 μ 路で駆動輪6に再スリップが生じた場合には、これを素早く収束させる要請があるものの、上記フィードバック制御における設定応答速

するのは駆動輪の駆動トルクを低減する方向の応答速度であり、駆動トルクを増大させる方向の応答速度をも早める場合には、再スリップを招き易く、走行安定性の観点から後者の応答速度は早めないことが必要である。

以上の目的を達成するため、本発明では、再スリップ発生時には、駆動トルクを増大させる方向のフィードバック制御における応答速度のみを早めて、再スリップを素早く抑制することとしている。

つまり、本発明の具体的な構成は、第1図に示すように、駆動輪6に作用する駆動トルクを調整する駆動トルク調整手段22と、上記駆動輪6の路面に対するスリップ値を検出するスリップ検出手段23と、該スリップ検出手段23の出力を受け、駆動輪6のスリップ値が目標値となるよう上記駆動トルク調整手段22を設定応答速度でフィードバック制御する制御手段24とを備えた自動車のスリップ制御装置を前提とする。そして、上記スリップ検出手段23の出力を受け、駆動輪6

度が車両の安定性の観点から比較的遅い値であり、この設定応答速度では上記駆動輪6のスリップを短時間で収束し得ない状況である。しかし、この再スリップ発生時には、上記制御手段24のフィードバック制御における設定応答速度が、応答速度変更手段25により、駆動輪6の駆動トルクを低減する方向で大きな値に変更されるので、駆動輪6に作用する駆動トルクが早く低下制御されて、その再スリップが短時間で素早く収束することになる。

その際、設定応答速度の変更は、駆動輪6の駆動トルクを増大させる側では行われず、元の値に保持されているので、その再スリップの収束直後で駆動輪の駆動トルクが増大側に変化する場合にも、その駆動トルクの変化は小さくて、駆動輪6の再スリップは生じ難く、車両の走行安定性は良好に確保される。

(発明の効果)

以上説明したように、本発明の自動車のスリップ制御装置によれば、駆動輪に作用する駆動トル

クを設定応答速度でフィードバック制御して、車両の走行安定性を確保しながら駆動輪のスリップを抑制、防止する場合、駆動輪に再スリップが生じた時には、駆動輪の駆動トルクの低減方向の設定応答速度を大きく変更したので、車両の走行安定性を良好に確保しつつ、駆動輪の駆動トルクを素早く低減して、駆動輪の再スリップを短時間で収束させることができ、収束性の向上を図ることができる。

(実施例)

以下、本発明の実施例を第2図以下の図面に基いて説明する。

第2図は本発明に係る自動車のスリップ制御装置の全体概略構成を示し、1はエンジン、2は例えば前進4段、後退1段の自動変速機であって、該自動変速機2で変速されたエンジン動力は、変速機2後方に配置した推進軸3、差動装置4及び後車軸5を介して左右の後輪6、6に伝達され、該後輪6を駆動輪とし、左右の前輪7、7を従動輪として構成している。

さらに、上記コントローラ20には、左右の駆動輪(後車輪)6、6に作用するブレーキ油圧を調整するブレーキアクチュエータ21が接続され、後車輪6の大きなホイールスピン(スリップ)時には、エンジン出力の制御に加えてブレーキ油圧をも制御して、そのスリップを抑制するようにしている。

よって、上記スロットルアクチュエータ12及びブレーキアクチュエータ21により、スロットル弁開度(つまりエンジン出力)と駆動輪6に作用するブレーキ力とを調整して、駆動輪6に作用する駆動トルクを調整するようにした駆動トルク調整手段22を構成している。

次に、コントローラ20によるスリップ制御を第3図ないし第11図に基いて説明する。

まず、第3図のメインフローから説明するに、ステップSM₁でイニシャライズした後、ステップSM₂で各種データの計測タイミングの場合に限りステップSM₃で上記各センサからの検出信号を入力すると共に、ステップSM₄で駆動輪の

また、上記エンジン1の吸気通路1aには、吸入空気量を制御してエンジン出力を調整するスロットル弁10が配置されている。該スロットル弁10は、アクセルペダル11と機械的な連動関係がなく、ステップモータ等で構成されたスロットルアクチュエータ12により電気的に開度制御される。

さらに、前後左右の車輪6、7近傍には、各々、車輪の回転速度を検出する車輪速度センサ13、13…が設けられていると共に、アクセルペダル11の開度を検出する開度センサ14、ステアリング舵角を検出する舵角センサ15、車両の加速度を検出する加速度センサ16が設けられている。而して、以上の各センサ13~16の検出信号は、CPU等を有するコントローラ(制御装置)20に入力されていて、該コントローラ20により、スロットルアクチュエータ12でもってスロットル弁10を開度制御してエンジン出力を制御し、後輪(駆動輪)6のスリップを抑制、防止するようにしている。

ホイールスピンを第4図のスピン判定フローに基いて判定し、ステップSM₅でこのスピンの状態を第5図の状態判定フローに基いて判定する。

その後、ステップSM₆でトラクションフラグTRCPの値でトラクション制御(スリップ制御)中か否かを判別し、TRCP=0のスリップ制御中でない場合には、ステップSM₇でアクセルペダル11の開度に対応した目標スロットル弁開度ATAGを求め、ステップSM₈でその値ATAGをスロットルアクチュエータへの出力値THRとする。

一方、スリップ制御中の場合には、ステップSM₉及びSM₁₀でホイールスピンの状態をその状態フラグJPの値(JP=1でスピン発生直後、JP=2でスピン収束直後)で判別し、スピン発生直後(JP=1)の場合には、ステップSM₁₁で路面の摩擦係数μを第6図の路面μ推定フローに基いて判定し、ステップSM₁₂でスリップ制御開始後の初回スピン時(初回フラグMP=0)の場合に限りステップSM₁₃でスロットル弁開度を即座に大きく減少制御すべく、スリップ制御の目標スロットル弁開度TAGC

Tnを所定の小開度値SMに設定する。一方、スピンの初回でない(初回フラグHP=1)の場合には、スロットル弁開度をフィードバック制御すべく、ステップSM₁₄及びSM₁₅で目標スリップ率を第7図の目標スリップ率決定フローに基いて演算すると共に、この目標スリップ率に応じた目標スロットル弁開度TARGETnを第8図の目標スロットル開度算出フローに基いて算出する。

一方、JP=2のスピン収束直後では、ステップSM₁₆でスロットル弁開度を瞬時に大きく復帰させるべく、今回の目標スロットル弁開度TARGETnを、前回値TARGETn-1と所定のリカバリー開度値PTAG(第6図のステップSc₂(後述)で算出される値)との加算値とする。

その後は、ステップSM₁₇でスピン発生時での駆動トルクの過大をブレーキ制御により抑えるべく、第10図のブレーキ制御フローに基いてブレーキ制御量TBを算出すると共に、ステップSM₁₈で第11図のトラクション制御終了判定フローに基いてスリップ制御を終了するか否かを判定す

るので、ステップSA₅でスピンフラグSP=0に設定し、右後輪のみがスピンの場合にはステップSA₆でSP=1に、左後輪のみがスピンの場合にはステップSA₇でSP=2に、両後輪がスピンの場合にはステップSA₈でSP=3に各々設定し、スピンフラグSP=1,2,3の各場合には各々ステップSA₉～SA₁₁でトラクションフラグTRCF=1(スピン発生時)に設定して、リターンする。

続いて、第5図の状態判定フローを説明する。ステップSB₁～SB₃で各々前回及び今回のスピンフラグSP₀, SPの値を判別し、SP₀=0且つSP≠0(スピン発生直後)の場合にはステップSB₄で状態フラグJP=1に設定し、SP₀≠0且つSP=0(スピン収束直後)の場合にはステップSB₅で状態フラグJP=2に設定する。

そして、ステップSB₆で今回のスピンフラグの値SPを前回値SP₀とした後、ステップSB₇で車両がスタック中か否かを判定し、スタック中ではない場合にはステップSB₈でスタックフラグSTP=0に、スタック中ではステップSB₉でSTP=1

ることとする。

而して、実際にスロットル弁10及び駆動輪6に作用するブレーキ油圧を制御すべく、ステップSM₁₉で制御信号の出力タイミングになった時点で、ステップSM₂₀でスロットル弁開度制御量THRをスロットルアクチュエータ12に出力すると共に、ステップSM₂₁でブレーキ制御量TBをブレーキアクチュエータ21に出力し、ステップSM₂₂でスピン状態フラグJPをJP=0に、初回フラグHPをHP=1に各々設定した後に、ステップSM₂に戻ることを繰返す。

次に、第4図のスピン判定フローを説明する。まず、ステップSA₁で右輪及び左輪の前輪速度VFR, VFLの平均速度VPNを求めると共に、右輪及び左輪の後輪速度VRR, VRLの平均速度VRNを求め、ステップSA₂～SA₄で平均前輪速度VPNに対する右後輪及び左後輪の速度VRR, VRLのスリップ率Sを最大値($S=1.25$)近傍のスピン判定値S₁(例えばS₁=1.125)と比較し、双方共にS₁以下の場合にはスピンは発生していない良好時であ

に設定する。また、ステップSB₁₀で左右輪の片側のみにブレーキが作用している(スプリット路の場合)か否かを判別し、スプリット路でない場合にはステップSB₁₁でスプリットフラグSPP=0に、スプリット路の場合にはステップSB₁₂でSPP=1に各々設定して、リターンする。

第6図の路面μ推定フローでは、ステップSc₁でスリップ発生直後の車両の前後加速度Gの最大値Gmaxを加速度センサ16の出力に基いて把握し、その後、この最大加速度Gmaxに基いてステップSc₂で路面μに応じた3つのゾーンZN1($0G \leq Gmax < 0.05G$)、ZN2($0.05G \leq Gmax < 0.15G$)、ZN3($0.15G \leq Gmax < 0.25G$ (Gは重力の加速度))に分け、対応するゾーンでのリカバリー開度PTAG(スピン収束直後の開度増大分)、エンジンの出力制御における駆動輪の基本目標スリップ率STA0、ブレーキ制御における駆動輪の基本目標スリップ率STB0、スロットル弁開度の増大制御時での開度増大分(バックアップ開度)BUF、初回スピン発生直後での強制戻し開度SMを、各々同ステップSc₂中で

PUZZY 制御(あいまい制御)により算出すると共に、スロットル弁開度のフィードバック制御での比例定数 K_P 、積分定数 K_I をゾーンに応じた値に設定して、リターンする。

次に、第7図の目標スリップ率決定フローでは、上記第6図の路面 μ 推定フローに基づいて算出したエンジンの出力制御における基本目標スリップ率 STA_0 及びブレーキ制御における基本目標スリップ率 STB_0 を補正することとし、ステップ S_{D1} でアクセルペダル開度 ACC に応じて基準値(+1)から増大するアクセルペダル補正ゲイン ACG を算出し、ステップ S_{D2} で車速(従動輪速度 V_{PN})に応じて基準値(+1)から減少する車速補正ゲイン VG を算出する。また、ステップ S_{D3} ではステアリングの操作量(舵角) ANG に応じて基準値(-1)から減少する舵角補正ゲイン STG を算出する。

そして、ステップ S_{D4} で上記各補正ゲインに基づいて各基本目標スリップ率 STA_0 、 STB_0 を乗算補正し、その演算結果を各々 STA 、 STB とし、リターンする。

ステップ S_{E12} で開度フィードバック制御(PI-PD制御)によってスロットル操作量(増分) $\Delta TAGET$ を算出する。一方、 $1.01 > S$ の場合には、スロットル弁開度を所定値 BUP づつ漸次強制的に増大制御(バックアップ制御)すべく、ステップ S_{E9} で第6図の路面 μ 推定フローにて求めた所定値 BUP をスロットル操作量 $\Delta TAGET$ として算出する。さらに、 $1.02 \leq S < 1.01$ の場合には、上記バックアップ制御からフィードバック制御への移行をスムーズに行わせる制御(緩衝制御)を行うよう、ステップ S_{E11} でスロットル操作量 $\Delta TAGET$ を算出する。

そして、ステップ S_{E13} で今回の目標スロットル弁開度 $TAGET_n$ を、前回の目標スロットル弁開度 $TAGET_{n-1}$ と、上記スロットル操作量 $\Delta TAGET$ との加算値として算出して、リターンする。

また、第9図のエンジン・フィードバック制御フローでは、ステップ S_{F1} でエンジン制御での目標スリップ率 STA に車速 V_{PN} を乗算して目標駆動輪速度 S_{Tn} を算出すると共に、ステップ S_{F2}

続いて、第8図の目標スロットル弁開度演算フローを説明する。先ず、ステップ S_{E1} 及び S_{E2} で右側駆動輪6のスリップ率 $S_R (=V_{RR}/V_{PN})$ 、及び左側駆動輪6のスリップ率 $S_L (=V_{RL}/V_{PN})$ が大値の設定スリップ率 S_s (例えば1.3)をこえる場合か否かを判別すると共に、ステップ S_{E3} でスプリット路走行時か否かを判別し、 $S_R > S_s$ 、 $S_L > S_s$ の場合には、強制的にステップ $S_{E4} \sim S_{E8}$ で左右の駆動輪速度 V_{RR} 、 V_{RL} のうち高い側の速度を制御対象としての駆動輪速度 S_{En} とする。

一方、スプリット路走行時には、高 μ 路面上にある側の駆動輪6で前進する関係上、ステップ $S_{E7} \sim S_{E9}$ で左右の駆動輪速度 V_{RR} 、 V_{RL} のうち低い側の速度を制御対象としての駆動輪速度 S_{En} とする。

しかる後、ステップ S_{E10} 及び S_{E11} で駆動輪速度 S_{En} の車速 V_{PN} に対するスリップ率 S を所定スリップ率 S_s (例えば $S_s = 1.02$)、 S_4 (例えば $S_4 = 1.01$)と比較し、 $S > 1.02$ の場合には、ス

2でこの目標駆動輪速度 S_{Tn} から現在の駆動輪速度 S_{En} を減算して、制御偏差 E_{Nn} を算出する。

しかる後、比例定数 K_P 、 K_P 、積分定数 K_I 、微分定数 K_D に基づいてステップ S_{F3} の如くPI-PD制御によって基本スロットル操作量 $\Delta TAGET_0$ を算出する。ここに、上記比例定数 K_P 、積分定数 K_I は、第6図の路面 μ 推定フローに示す如く路面の μ に応じて異なり、路面 μ が低いほどその値が低く設定されるので、基本スロットル操作量 $\Delta TAGET_0$ は路面 μ が低いほど小値に設定される。それ故、低 μ 路ほどスロットル弁開度の変化は緩やかになり、それに伴い駆動輪6に作用する駆動トルクの変化も緩やかになって、駆動輪6の再スリップが可及的に防止されて、低 μ 路での車両の走行安定性が確保される。

而して、ステップ S_{F4} 以降で再スリップ時に対処すべく、スロットル弁開度のフィードバック制御における応答速度、つまり基本スロットル操作量 $\Delta TAGET_0$ (一回当りのスロットル弁開度の

変化量)を補正して変更することとする。つまり、ステップS_{F1}~S_{F7}で各々スピン発生時(SP=0)か否か、スロットル弁操作量 Δ TARGETが Δ TARGET<0か否か、路面 μ のゾーンを判別し、スピン非発生時(SP=0)、 Δ TARGET \geq 0の場合(つまりスロットル弁開度の増大制御時)、及びゾーンZN=3(高 μ 路面(例えばアスファルト路))の場合には、ステップS_{F8}でゲインKをK=0に設定する。また、スピン発生時に Δ TARGET<0(スロットル弁開度の減少制御時)において、ゾーンZN=2(例えば雪路))の場合にはステップS_{F9}でゲインKをK=-1.2に設定し、ゾーンZN=1(例えば氷路))の場合にはステップS_{F10}でゲインKをK=-1.5に設定する。

そして、その後は、ステップS_{F11}で基本スロットル操作量 Δ TARGET₀に上記ゲインKを乗算して基本スロットル操作量 Δ TARGETを算出して、リターンする。

次に、第10図のブレーキ制御フローに基いて説明するに、ステップS_{G1}で先ずブレーキ圧の

急増圧、急減圧に起因するショックを防止すべくブレーキ制御量の上限值(変化幅の最大値)BLMを設定する。

しかる後、左右のブレーキ圧のうち、右ブレーキ圧を制御すべく、右側駆動輪のスリップ率S(=YRR/WPN)を所定値S₁(例えばS₁=1.0825)と比較し、S<1.0825の小スリップ時には、ブレーキ制御を停止することとし、ステップS_{G3}で右側駆動輪のブレーキ制御量T_{BR}を開放(零値)に設定して、ステップS_{G4}で右ブレーキフラグBPRをBPR=3(開放時)に設定する。

一方、S \geq 1.0825の大スリップ時には、ステップS_{G5}でフィードバック制御(PI-PD制御)によって右側駆動輪へのブレーキ制御量T_{BR}を算出し、その後、ステップS_{G6}でこのブレーキ制御量T_{BR}がT_{BR}>0の場合にはブレーキ増圧時(特にT_{BR}=0では保圧時)と判断し、ステップS_{G7}及びS_{G8}でこの制御量T_{BR}が上限値BLMを超える場合には上限BLMに制限して、ステップS_{G9}で右ブレーキフラグBPRをBPR=1(増圧時

)に設定する。一方、ブレーキ制御量T_{BR}がT_{BR}<0の場合にはブレーキ減圧時と判断し、ステップS_{G10}及びS_{G11}でこの制御量T_{BR}が下限値-BLMを超える場合には下限値-BLMに制限して、ステップS_{G12}で右ブレーキフラグBPRをBPR=2(減圧時)に設定する。

そして、その後は、上記と同様にして左側駆動輪のブレーキ制御量T_{BL}を算出して、リターンする。

最後に、第11図のトラクション制御終了判定フローを説明する。

先ずステップS_{H1}でアクセルペダル開度ACCに応じた目標スロットル弁開度ATAQを求める。

しかる後、ステップS_{H2}でこの目標スロットル弁開度ATAQの値を判別し、約ATAQ=0の場合には、トラクション制御を終了することとし、ステップS_{H3}~S_{H5}で各フラグをリセットし、スロットルアクチュエータ12への出力THRを零値とし、これを制御目標値TAGET_nとする。

一方、ATAQ \neq 0の場合には、更にステップS_H

6でアクセルペダル開度に応じた目標スロットル弁開度ATAQを、スリップ制御における目標スロットル弁開度TAGET_nと大小比較し、ATAQ>TAGET_nの場合にはスリップ制御を続行することとし、ステップS_{H7}及びS_{H8}でこのスリップ制御における目標スロットル弁開度TAGET_nが制御下限値(初回スピン発生直後での強制低下開度値SM)未満の場合には、この下限値SMに制限した後に、ステップS_{H9}でこの目標スロットル弁開度TAGET_nをスロットルアクチュエータ12への出力値THRとする。

一方、ATAQ \leq TAGET_nの場合には、アクセルペダル開度に応じた目標開度値ATAQでスロットル弁10を制御すべく、ステップS_{H10}でこの値ATAQを出力値THRとして、これを制御目標値TAGET_nとする。

そして、ステップS_{H11}で今回の制御目標値TAGET_nを前回の制御目標値TAGET_{n-1}として、リターンする。

よって、第4図のスピン判定フローにより、路

面に対する車速(従動輪速度 V_{PN})を算出し、この車速 V_{PN} に対する左右の駆動輪速度 V_{RB}, V_{RN} のスリップ値(スリップ率 S)を検出するようにしたスリップ検出手段23を構成している。また、第3図の制御フローにおいて、ステップ $SM6, SM7, SM8, SM9, SM10$ 、及び第9図のエンジンフィードバック制御フローのステップ $SF1 \sim SF8, SF11$ により、上記スリップ検出手段23の出力を受け、駆動輪6のスリップ値(スリップ率 S)が目標値(目標スリップ率 STA)となるよう、先ずスロットル弁開度のフィードバック制御におけるスロットル操作量 $\Delta TACET$ ($\Delta TACET = K \times \Delta TACET_0$ 、ただし $K=1$)を演算し、次いで目標スロットル弁開度 $TACET_n$ ($TACET_n = TACET_{n-1} + \Delta TACET$)を演算して、スロットル弁10の開度を該目標スロットル弁開度 $\Delta TACET_n$ に調整するよう駆動トルク調整手段22を設定応答速度(基本スロットル操作量 $\Delta TACET_0 = \Delta TACET$)でもってフィードバック制御するようにした制御手段24を構成している。

スリップ率 S がスピン判定値 S_1 以上になって駆動輪6にスリップが生じると、スロットル弁開度10の開度が小開度値 SM にまで大きく低下制御され、それに伴い $S < S_1$ に戻るのスピンの収束した直後ではリカバリー開度値 $FTAG$ だけ瞬時に復帰制御された後、駆動輪6のフィードバック制御(PI - PD 制御)が行われる。そして、駆動輪のスリップ率 S が目標値 STA 未満に大きく低下するのを抑制すべく、緩衝制御、バックアップ制御が順次行われ、駆動輪の回転速度が上昇し始めると、それ以後は緩衝制御を経てフィードバック制御(PI - PD 制御)が行なわれ、その結果、駆動輪6のスリップ率 S は同図に記号 B で示す如く目標スリップ率 STA に良好に収束する。ここに、駆動輪6のスリップ率 S が目標スリップ率 STA に良好に収束している状態(記号 B の状態)では、スピンフラグ $SP=0$ (スピン非発生時)であって、補正ゲイン $K=1$ (ステップ $SF8$)であるので、そのフィードバック制御(PI - PD 制御)でのスロットル操作量 $\Delta TACET$ は基本スロットル操作量 $\Delta TACET_0$ に等しい。

また、第9図のエンジンフィードバック制御フローのステップ $SF9 \sim SF11$ により、上記スリップ検出手段23の出力を受け、駆動輪6のスリップ値(スリップ率 S)が上記目標値(目標スリップ率 STA)よりも設定値($S_1 - STA$)以上大きくなったスリップ発生時には、スロットル操作量 $\Delta TACET < 0$ の場合(スロットル弁開度の減少制御時、つまり駆動輪6に作用する駆動トルクを低減する場合)に限り、基本スロットル操作量 $\Delta TACET_0$ の補正ゲイン K の値を、ゾーン $ZN=2$ (例えば雪道)では $K=1.2$ に、ゾーン $ZN=1$ (例えば氷道)では $K=1.5$ に各々設定して、スロットル操作量 $\Delta TACET$ ($= K \times \Delta TACET_0$)を大きく補正して、上記制御手段24のフィードバック制御における設定応答速度(スロットル操作量 $\Delta TACET$)を大きく変更するようにした応答速度変更手段25を構成している。

したがって、上記実施例においては、駆動輪6のスリップ制御中では、第13図に示す如く、駆動輪6の回転速度が上昇し記号 A で示す如くその

また、この基本スロットル操作量 $\Delta TACET_0$ の算出に用いる比例定数 K_P 、積分定数 K_I は低 μ 路ほど小値であり、基本スロットル操作量 $\Delta TACET_0$ は低 μ 路ほど小値である。従って、低 μ 路ほどフィードバック制御におけるスロットル弁開度の変化、つまり駆動輪6に作用する駆動トルクの変化は緩やかであり、駆動輪6の再スリップが有効に防止されて、低 μ 路での車両の走行安定性が良好に確保される。

而して、上記のフィードバック制御中において、同図に記号 C で示す如く駆動輪6に再びスリップが生じると、上記の基本スロットル操作量 $\Delta TACET_0$ では同図に破線で示す如くスロットル弁開度の減少が遅く、このため駆動輪6のスリップ率 S が目標値 STA に収束するのに時間を要することになる。しかし、本発明では、この再スリップ時(スピンフラグ $SP=1$)では、補正ゲイン K が、ゾーン $ZN=2$ (雪道など)では $K=1.2$ に、ゾーン $ZN=1$ (氷道など)では $K=1.5$ に各々設定されて、駆動輪6の駆動トルク低減方向の上記スロットル操作量

$\Delta \text{TARGET}(K \times \Delta \text{TARGET}_0)(\Delta \text{TARGET} < 0)$ は、応答速度変更手段25によりその分、大きく変更される。このことにより、低μ路ほどスロットル弁開度の減少が早くなり、駆動輪6の駆動トルクが素早く減少して、駆動輪6の再スリップが素早く収束されることになる。

その場合、駆動輪6の駆動トルク増大方向のスロットル操作量 $\Delta \text{TARGET}(\Delta \text{TARGET} \geq 0)$ は、補正ゲインKがK=1に設定されて基本スロットル操作量 ΔTARGET_0 に等しく保持されるので、駆動輪6の再スリップが収束してスロットル操作量 ΔTARGET が $\Delta \text{TARGET} \geq 0$ となっても、スロットル弁開度の増大変化は元の通り緩やかであり、駆動輪6の再スリップを有効に防止することができる。

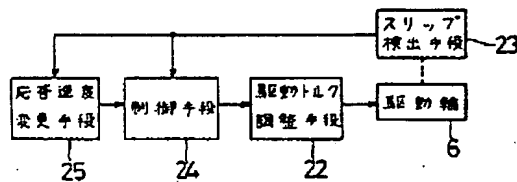
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の構成を示すブロック図である。第2図ないし第12図は本発明の実施例を示し、第2図は全体概略構成図、第3図ないし第11図はコントローラによる駆動輪のスリップ制御を示すフローチャート図、第12図は作動説明図であ

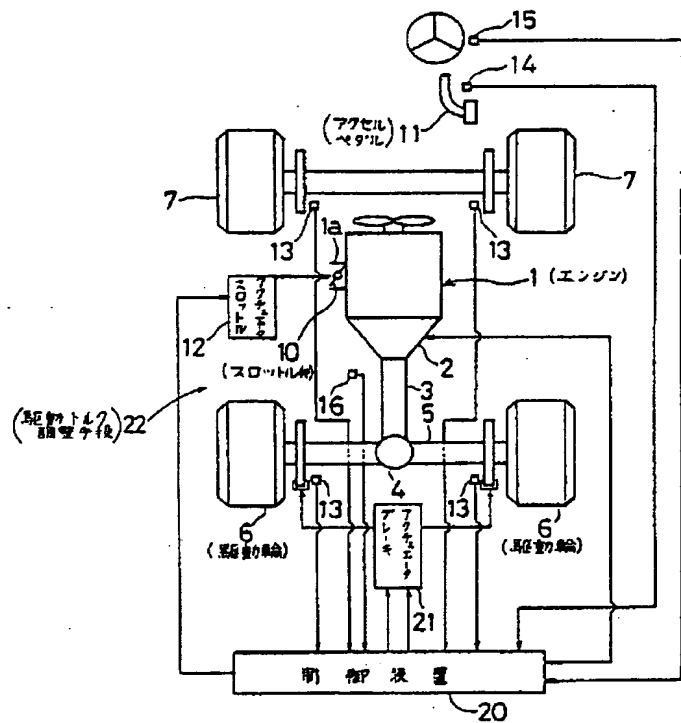
る。

1…エンジン、6…駆動輪、10…スロットル弁、11…アクセルペダル、20…コントローラ(制御装置)、22…駆動トルク調整手段、23…スリップ検出手段、24…制御手段、25…応答速度変更手段。

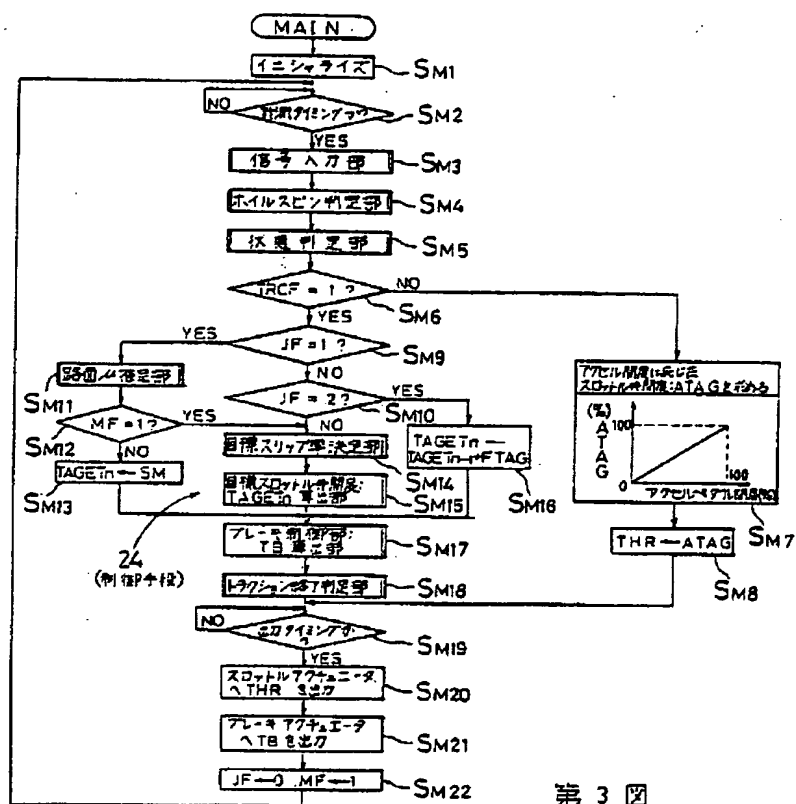
特許出願人 マ ツ ダ 株式会社
代理人 弁 理 士 前 田 弘
ほか2名



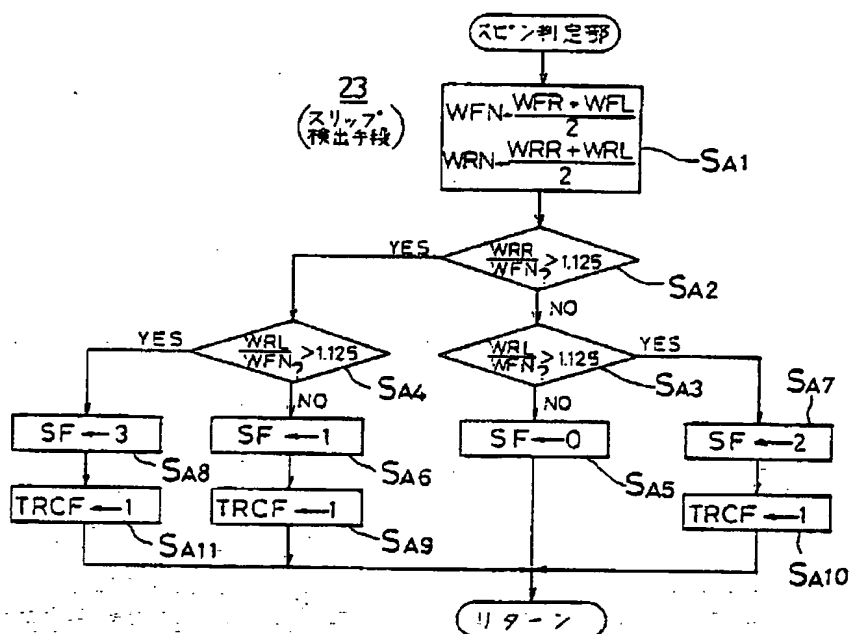
第1図



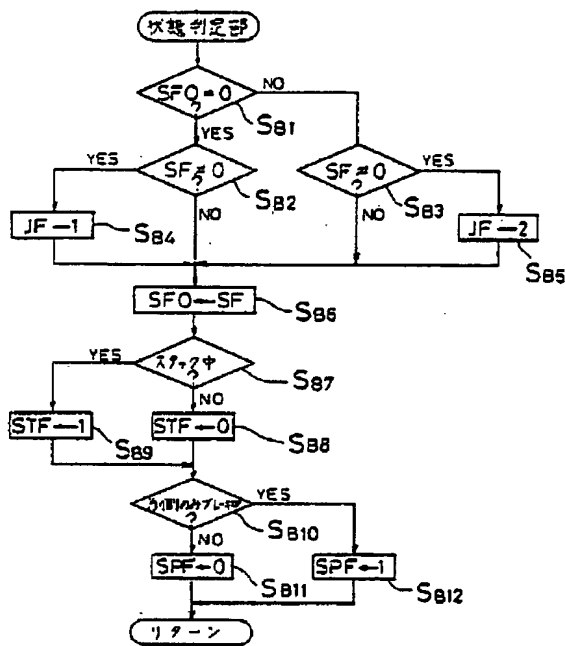
第2図



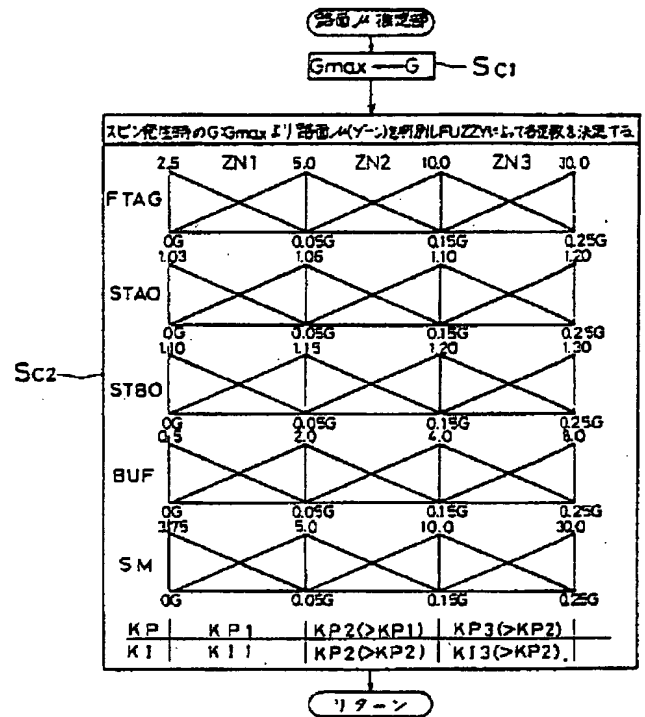
第 3 図



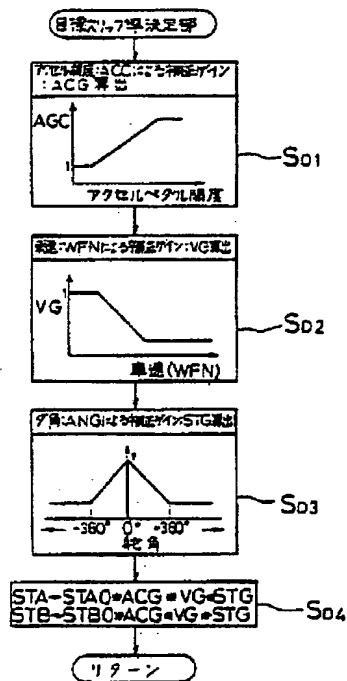
第 4 図



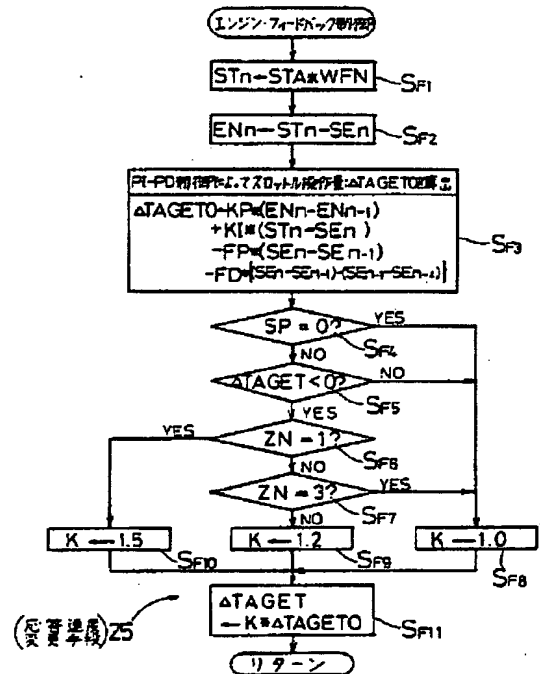
第 5 図



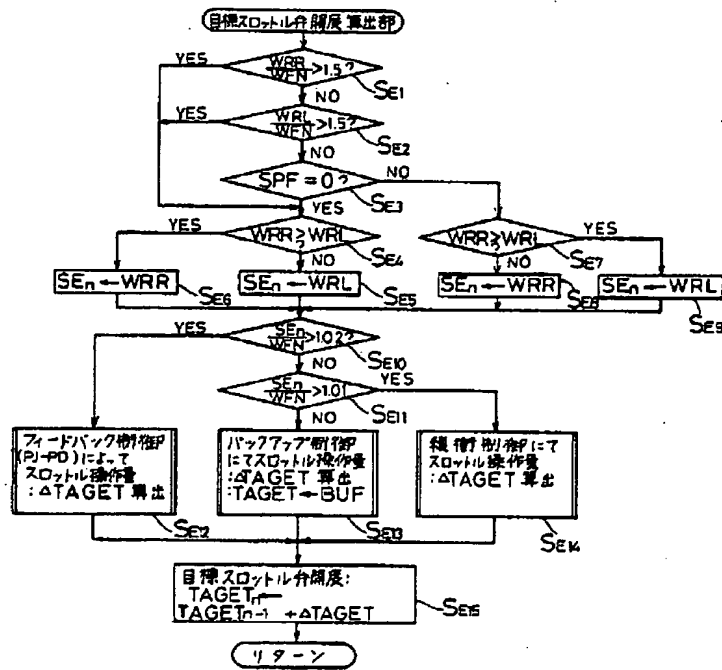
第 6 図



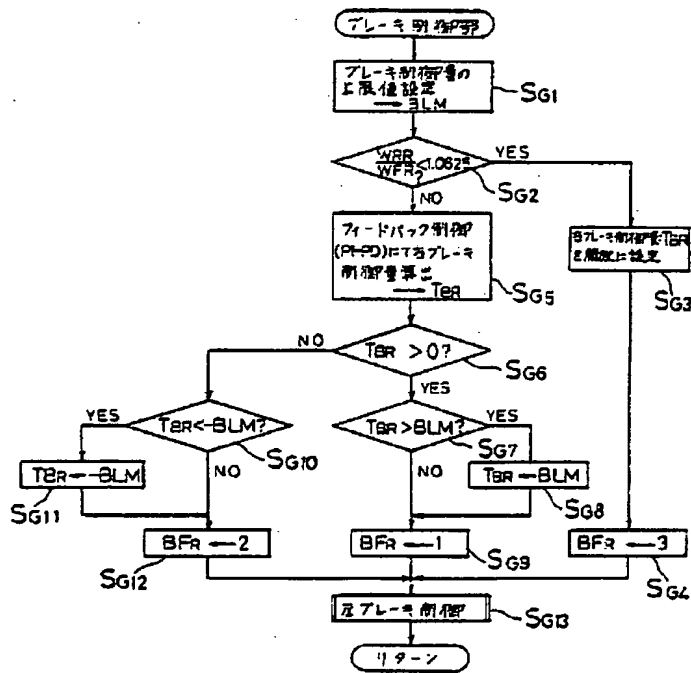
第 7 図



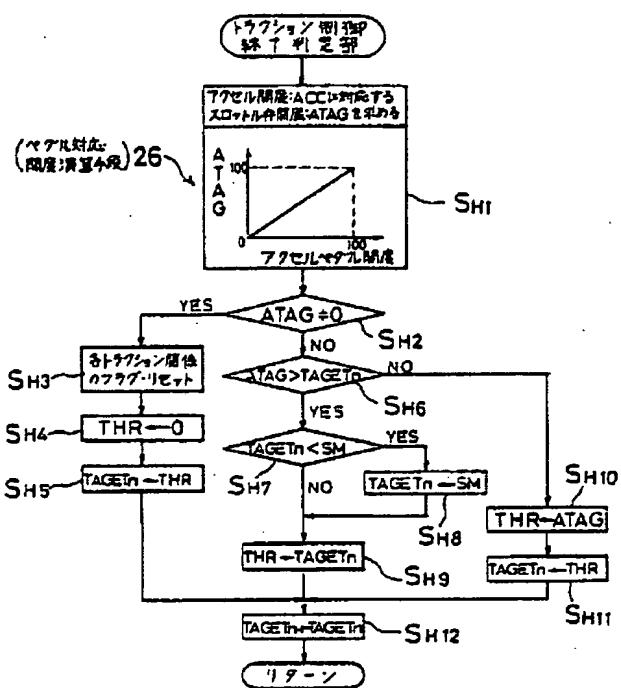
第 9 図



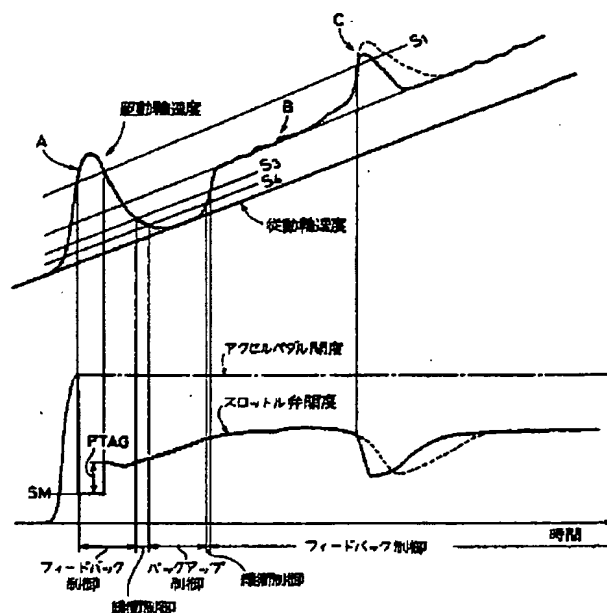
第 8 図



第 10 図



第 11 圖



第 12 圖

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
【部門区分】第2部門第5区分
【発行日】平成8年(1996)10月8日

【公開番号】特開平2-38150
【公開日】平成2年(1990)2月7日
【年通号数】公開特許公報2-382
【出願番号】特願昭63-191343
【国際特許分類第6版】

B60K 41/20
B60T 8/58
F02D 29/02 311
41/22 310

【F I】

B60K 41/20 8817-3D
B60T 8/58 D 7618-3H
F02D 29/02 311 A 9248-3G
41/22 310 E 9247-3G

手 続 補 正 書 (自 発)

平成7年6月28日

平成7年6月27日 発出

特 許 庁 長 官 殿

1. 事件の表示
昭和63年 特 許 願 第191343号
2. 発明の名称
自動車のスリップ制御装置
3. 補正をする者
事件との関係 特許出願人
住 所 広島県安芸郡府中町新地3番1号
名 称 (313) マ ッ ダ 株 式 会 社
代表者 和 田 直 弘
4. 代 理 人 〒550
住 所 大阪市西区堀本町1丁目4番8号 太平ビル
電 話 06(445)2128
FAX 06(445)2649
氏 名 弁護士(7793) 前 田 弘
5. 補正命令の日付
自発補正
6. 補正の対象
明細書の全文
7. 補正の内容
別紙のとおり
8. 添付書類の目録
(1) 全文補正説明書 1通

補 正 明 細 書

1. 発明の名称
自動車のスリップ制御装置
2. 特許請求の範囲
(1) 駆動輪に作用する駆動トルクを調整する駆動トルク調整手段と、上記駆動輪の路面に対するスリップ値を検出するスリップ検出手段と、該スリップ検出手段の出力を受け、駆動輪のスリップ値が目標値となるよう上記駆動トルク調整手段を設定応答速度でフィードバック制御する制御手段とを備えるとともに、上記スリップ検出手段の出力を受け、駆動輪のスリップ値が上記目標値よりも設定値以上大きくなったとき、上記駆動輪に作用する駆動トルクを低減させる方向の上記制御手段のフィードバック制御における設定応答速度を上記駆動輪に作用する駆動トルクを増大させる方向の設定応答速度と較べて大きく変更する応答速度変更手段を備えたことを特徴とする自動車のスリップ制御装置。
3. 発明の詳細な説明
(産業上の利用分野)
本発明は、車両の駆動輪のスリップを抑制、防止して、走行安定性の向上を図るようとした自動車のスリップ制御装置の改良に関する。
(従来の技術)
本出願人は、この種の自動車のスリップ制御装置として、先に、特開昭63-31864号公報に開示されるように、車両の駆動輪の従動輪に対するスリップ値を検出すると共に、この駆動輪のスリップ値を目標スリップ値にすべく駆動輪に作用する駆動トルクを所定の応答速度でフィードバック制御することにより、過大な駆動トルクの作用を防止して、駆動輪のスリップを有効に抑制、防止するようしたもの提案している。而して、上記提案のものでは、路面の摩擦係数(以下、路面μという)が雪路等で低い場合には、フィードバック制御の応答速度を低く設定して、駆動トルクの変化を緩やかにし、駆動輪のスリップを発生し難くしている。
(発明が解決しようとする課題)
しかるに、上記提案のものにおいて、例えば雪道等の低μ路の走行時、駆動輪

に再スリップが生じた場合には、駆動トルクのフィードバック制御は低μ路に対応した低い応答速度で行われ、このため駆動輪に作用する駆動トルクはこのフィードバック制御でもって徐々に減少調整されることになり、この再スリップ時でのスリップの収束に時間を要することになり、この駆動輪のスリップをその発生初期から素早く抑制して、その収束性の向上を図る要請がある。

本発明は斯かる点に鑑みてなされたものであり、その目的は、低μ路での走行時での駆動輪の駆動トルクの变化を小さく抑えて、その走行安定性を確保しながら、駆動トルクのフィードバック制御の応答速度を必要に応じて適宜早めることにより、駆動輪の再スリップをも素早く収束させて、収束性の向上を図ることにある。

(課題を解決するための手段)

その場合、フィードバック制御の応答速度は、駆動輪の駆動トルクを低減させる方向と、増大させる方向との双方があるが、スリップの収束に関連するのは駆動輪の駆動トルクを低減させる方向の応答速度であり、駆動トルクを増大させる方向の応答速度をも早める場合には、再スリップを招き易く、走行安定性の観点から後者の応答速度は早めないことが必要である。

以上の目的を達成するため、本発明では、再スリップ発生時には、駆動トルクを低減させる方向のフィードバック制御における応答速度のみを早めて、再スリップを素早く抑制することとしている。

つまり、本発明の具体的な構成は、第1図に示すように、駆動輪6に作用する駆動トルクを調整する駆動トルク調整手段22と、上記駆動輪6の路面に対するスリップ量を検出するスリップ検出手段23と、該スリップ検出手段23の出力を受け、駆動輪6のスリップ量が目標値となるよう上記駆動トルク調整手段22を設定応答速度でフィードバック制御する制御手段24とを備えた自動車のスリップ制御装置を構成する。そして、上記スリップ検出手段23の出力を受け、駆動輪6のスリップ量が上記目標値よりも設定値以上大きくなったとき、上記駆動輪6に作用する駆動トルクを低減させる方向の設定応答速度を上記駆動輪6に作用する駆動トルクを増大させる方向の設定応答速度と比べて大きく変更する応答速度変更手段25を設ける構成としたものである。

以下、本発明の実施例を第2図以下の図面に基いて説明する。

第2図は本発明に係る自動車のスリップ制御装置の全体概略構成を示し、1はエンジン、2は例えば前進4段、後進1段の自動変速機であって、該自動変速機2で変速されたエンジン動力は、変速機2後方に配置した推進軸3、主軸装置4及び後車軸5を介して左右の後輪6、6に伝達され、該後輪6を駆動輪とし、左右の前輪7、7を従動輪としている。

また、上記エンジン1の吸気通路1aには、吸入空気量を制御してエンジン出力を調整するスロットル弁10が配置されている。該スロットル弁10は、アクセルペダル11と機械的な連動関係がなく、ステップモータ等で構成されたスロットルアクチュエータ12により電気的に開度制御される。

さらに、前後左右の車輪6、7近傍には、各々、車輪の回転速度を検出する車輪速度センサ13、13…が設けられていると共に、アクセルペダル11の開度を検出する開度センサ14、ステアリング舵角を検出する舵角センサ15、車両の加速度を検出する加速度センサ16が設けられている。而して、以上の各センサ13～16の検出信号は、CPU等を有するコントローラ（制御装置）20に入力されていて、該コントローラ20により、スロットルアクチュエータ12をもってスロットル弁10を開度制御してエンジン出力を制御し、後輪（駆動輪）6のスリップを抑制、防止するようにしている。

さらに、上記コントローラ20には、左右の駆動輪（後輪）6、6に作用するブレーキ油圧を調整するブレーキアクチュエータ21が接続され、後輪6の大きなホイールスピン（スリップ）時には、エンジン出力の制御に加えてブレーキ油圧をも制御して、そのスリップを抑制するようにしている。

よって、上記スロットルアクチュエータ12及びブレーキアクチュエータ21により、スロットル弁開度（つまりエンジン出力）と駆動輪6に作用するブレーキ力とを調整して、駆動輪6に作用する駆動トルクを調整するようにした駆動トルク調整手段22を構成している。

次に、コントローラ20によるスリップ制御を第3図ないし第11図に基いて説明する。

まず、第3図のメインフローから説明するに、ステップS_{M1}でイニシャライ

(作用)

以上の構成により、本発明では、駆動トルクのフィードバック制御時には、制御手段24により駆動トルク調整手段22が設定応答速度でフィードバック制御されて、駆動輪6に作用する駆動トルクが漸次適切値となり、駆動輪6のスリップ量が目標になるので、駆動輪のスリップが有効に抑制、防止される。その際、駆動輪6に作用する駆動トルクの変化は設定応答速度であり、この設定応答速度は走行安定性の観点から低μ路では小さな値であるので、駆動トルクは低μ路では徐々に変化する。

今、低μ路で駆動輪6に再スリップが生じた場合には、これを素早く収束させる要請があるものの、上記フィードバック制御における設定応答速度が車両の安定性の観点から比較的低い値であり、この設定応答速度では上記駆動輪6のスリップを短時間で収束し得ない状況である。しかし、この再スリップ発生時には、上記制御手段24のフィードバック制御における設定応答速度が、応答速度変更手段25により、駆動輪6の駆動トルクを低減させる方向では駆動トルクを増大させる方向と比べて大きな値に変更されるので、駆動輪6に作用する駆動トルクが早く低下制御されて、その再スリップが短時間で素早く収束することになる。

その際、設定応答速度の変更は、駆動輪6の駆動トルクを増大させる側では行われず、元の値に保持されているので、その再スリップの収束直後で駆動輪の駆動トルクが増大側に变化する場合にも、その駆動トルクの変化は小さくて、駆動輪6の再スリップは生じ難く、車両の走行安定性は良好に確保される。

(発明の効果)

以上説明したように、本発明の自動車のスリップ制御装置によれば、駆動輪に作用する駆動トルクを設定応答速度でフィードバック制御して、車両の走行安定性を確保しながら駆動輪のスリップを抑制、防止する場合、駆動輪に再スリップが生じた時には、駆動輪の駆動トルクの低減方向の設定応答速度を駆動トルクの増大方向の設定応答速度と比べて大きく変更したので、車両の走行安定性を良好に確保しつつ、駆動輪の駆動トルクを素早く低減して、駆動輪の再スリップを短時間で収束させることができ、収束性の向上を図ることができる。

(実施例)

ズした後、ステップS_{M2}で各種データの計測タイミングの場合に限りステップS_{M2}で上記各センサからの検出信号を入力すると共に、ステップS_{M3}で駆動輪のホイールスピンを第4図のスピンの判定フローに基いて判定し、ステップS_{M4}でこのスピンの状態を第5図の状態判定フローに基いて判定する。

その後、ステップS_{M5}でトラクションフラグTRCFの値でトラクション制御（スリップ制御）中か否かを判別し、TRCF=0のスリップ制御中でない場合には、ステップS_{M6}でアクセルペダル11の開度に対応した目標スロットル弁開度AT₀を求め、ステップS_{M7}でその値AT₀をスロットルアクチュエータへの出力値TRRとする。

一方、スリップ制御中の場合には、ステップS_{M8}及びS_{M9}でホイールスピンの状態をその状態フラグJPの値（JP=1でスピン発生直後、JP=2でスピン収束直後）で判別し、スピン発生直後（JP=1）の場合には、ステップS_{M10}で路面の摩擦係数μを第6図の路面μ推定フローに基いて判定し、ステップS_{M11}でスリップ制御開始後の初期スピン時（初期フラグNP=0）の場合に限りステップS_{M12}でスロットル弁開度を即座に大きく減少制御すべく、スリップ制御の目標スロットル弁開度TAGET₀を所定の小開度値SHに設定する。一方、スピンの初期でない（初期フラグNP=1）の場合には、スロットル弁開度をフィードバック制御すべく、ステップS_{M13}及びS_{M14}で目標スリップ率を第7図の目標スリップ率決定フローに基いて算出すると共に、この目標スリップ率に応じた目標スロットル弁開度TAGET₁を第8図の目標スロットル弁開度算出フローに基いて算出する。

一方、JP=2のスピン収束直後は、ステップS_{M15}でスロットル弁開度を瞬時に大きく復旧させるべく、今回の目標スロットル弁開度TAGET₀を、前回値TAGET₀₋₁と所定のリカバリ開度値V₇（第6図のステップS_{C2}（後述）で算出される値）との加算値とする。

その後は、ステップS_{M16}でスピン発生時での駆動トルクの過大をブレーキ制御により抑えるべく、第10図のブレーキ制御フローに基いてブレーキ制御量TBを算出すると共に、ステップS_{M17}で第11図のトラクション制御終了判定フローに基いてスリップ制御を終了するか否かを判定することとする。

而して、実際にスロットル弁10及び駆動輪6に作用するブレーキ油圧を制御

すべく、ステップS_{M4}で制動信号の出力タイミングになった時点で、ステップS_{M5}でスロットル弁開度制御量TH2をスロットルアクチュエータ2に出力すると共に、ステップS_{M2}でブレーキ制御量TBをブレーキアクチュエータ2に出力し、ステップS_{M2}でスピン状態フラグIFをIF-0に、初回フラグMFをMF-1に各々設定した後に、ステップS_{M1}に戻ることを繰り返す。

次に、第4図のスピン判定フローを説明する。まず、ステップS_{A1}で右輪及び左輪の前輪速度VFR、VFLの平均速度VFNを求めると共に、右輪及び左輪の後輪速度VRR、VRLの平均速度VRNを求め、ステップS_{A2}で平均前輪速度VFNに対する右後輪及び左後輪の速度VRR、VRLのスリップ率Sを最大値(S=1.25)近傍のスピン判定値S₁(例えばS₁=1.123)と比較し、双方共にS₁以下の場合にはスピンは発生していない良好時であるので、ステップS_{A3}でスピンフラグSP-0に設定し、右後輪のみがスピンの場合にはステップS_{A4}でSP-1に、左後輪のみがスピンの場合にはステップS_{A5}でSP-2に、両後輪がスピンの場合にはステップS_{A6}でSP-3に各々設定し、スピンフラグSP=1,2,3の各場合には各々ステップS_{A7}~S_{A9}でトラクションフラグTRCF=1(スピン発生時)に設定して、リターンする。

続いて、第5図の状態判定フローを説明する。ステップS_{B1}~S_{B3}で各々前回及び今回のスピンフラグSP₀、SP₁の値を判別し、SP₀=0且つSP₁=0(スピン発生直後)の場合にはステップS_{B4}で状態フラグIF-1に設定し、SP₀=0且つSP₁=0(スピン発生直後)の場合にはステップS_{B5}で状態フラグIF-2に設定する。

そして、ステップS_{B6}で今回のスピンフラグの値SPを前回値SP₀とした後、ステップS_{B7}で車両がスタック中か否かを判定し、スタック中でない場合にはステップS_{B8}でスタックフラグSTF-0に、スタック中であればステップS_{B9}でSTF-1に設定する。また、ステップS_{B8}で左右輪の片側のみにブレーキが作用している(スプリット路の場合)か否かを判別し、スプリット路でない場合にはステップS_{B10}でスプリットフラグSPF-0に、スプリット路の場合にはステップS_{B11}でSPF-1に各々設定して、リターンする。

第6図の路面μ推定フローでは、ステップS_{C1}でスリップ発生直後の車両の前輪加速度Gの最大値Gmaxを加速度センサ16の出力に基いて把握し、その後、

しかる後、ステップS_{E4}及びS_{E5}で駆動輪速度SEnの車速VFNに対するスリップ率Sを所定スリップ率S₁(例えばS₁=1.02)、S₂(例えばS₂=1.01)と比較し、S>1.02の場合には、ステップS_{E6}で開度フィードバック制御(PI-PI制御)によってスロットル操作量(増分)ΔTAGEYを算出する。一方、1.01>Sの場合には、スロットル弁開度を所定値BUFづつ漸次強制的に増大制御(バックアップ制御)すべく、ステップS_{E7}で第6図の路面μ推定フローにて求めた所定値BUFをスロットル操作量ΔTAGEYとして算出する。さらに、1.02≧S>1.01の場合には、上記バックアップ制御からフィードバック制御への移行をスムーズに行わせる制動(減速制動)を行うよう、ステップS_{E8}でスロットル操作量ΔTAGEYを算出する。

そして、ステップS_{E9}で今回の目標スロットル弁開度TAGEYnを、前回の目標スロットル弁開度TAGEYn-1と、上記スロットル操作量ΔTAGEYとの加算値として算出して、リターンする。

また、第9図のエンジン・フィードバック制御フローでは、ステップS_{F1}でエンジン制御での目標スリップ率STAに車速VFNを乗算して目標駆動輪速度STnを算出すると共に、ステップS_{F2}でこの目標駆動輪速度STnから現在の駆動輪速度SEnを減算して、制動制量ENNを算出する。

しかる後、比例定数KP、積分定数KI、微分定数PDに基いてステップS_{F3}の如くPI-PD制御によって基本スロットル操作量ΔTAGEY0を算出する。ここに、上記比例定数KP、積分定数KIは、第6図の路面μ推定フローに示す如く路面のμに応じて異なり、路面μが低いほどその値が低く設定されるので、基本スロットル操作量ΔTAGEY0は路面μが低いほど小値に設定される。それ故、低μ路ほどスロットル弁開度の変化は緩やかになり、それに伴い駆動輪6に作用する駆動トルクの変化も緩やかになって、駆動輪6の再スリップが可及的に防止されて、低μ路での車両の走行安定性が確保される。

而して、ステップS_{F4}以降で再スリップ時に対処すべく、スロットル弁開度のフィードバック制御における応答速度、つまり基本スロットル操作量ΔTAGEY0(一回当りのスロットル弁開度の変化量)を修正して変更することとする。つまり、ステップS_{F4}~S_{F7}で各々スピン発生時(SP=0)か否か、スロットル弁

の最大加速度Gmaxに基いてステップS_{C2}で路面μに応じた3つのゾーンZN1(0.06≦Gmax<0.09G)、ZN1(0.09G≦Gmax<0.15G)、ZN3(0.15G≦Gmax<0.25G(Gは重力の加速度))に分け、対応するゾーンでのリカバリー開度PTAG(スピン発生直後の開度増大分)、エンジンの出力制御における駆動輪の基本目標スリップ率STAD、ブレーキ制御における駆動輪の基本目標スリップ率STBD、スロットル弁開度の増大制御時の開度増大分(バックアップ開度)BUP、初回スピン発生直後の強制戻し開度SMを、各々同ステップS_{C2}中でFUZZY制御(あいまい制御)により算出すると共に、スロットル弁開度のフィードバック制御での比例定数KP、積分定数KIをゾーンに応じた値に設定して、リターンする。

次に、第7図の目標スリップ率決定フローでは、上記第6図の路面μ推定フローに基いて算出したエンジンの出力制御における基本目標スリップ率STAD及びブレーキ制御における基本目標スリップ率STBDを補正することとし、ステップS_{D1}でアクセルペダル開度ACCに応じて基準値(-1)から増大するアクセルペダル補正ゲインADGを算出し、ステップS_{D2}で車速(駆動輪速度VFN)に応じて基準値(-1)から減少する車速補正ゲインVCを算出する。また、ステップS_{D3}ではステアリングの操舵量(舵角)ANGに応じて基準値(-1)から減少する舵角補正ゲインSGを算出する。

そして、ステップS_{D4}で上記各補正ゲインに基いて各基本目標スリップ率STAD、STBDを補正し、その演算結果を各々STL、STBとし、リターンする。

続いて、第8図の目標スロットル弁開度演算フローを説明する。まず、ステップS_{E1}及びS_{E2}で右側駆動輪6のスリップ率SR(=VRR/VFN)、及び右側駆動輪6のスリップ率SL(=VRL/VFN)が大幅の設定スリップ率S₁(例えば1.5)をこえる場合か否かを判別すると共に、ステップS_{E3}でスプリット路走行時か否かを判別し、S_R>S₁、S_L>S₁の場合には、強制的にステップS_{E4}~S_{E6}で左右の駆動輪速度VRR、VRLのうち高い側の速度を制動対象としての駆動輪速度SEnとする。

一方、スプリット路走行時には、高μ路面上にある側の駆動輪6で前進する関係上、ステップS_{E7}~S_{E9}で左右の駆動輪速度VRR、VRLのうち低い側の速度を制動対象としての駆動輪速度SEnとする。

操作量ΔTAGEYがΔTAGEY<0か否か、路面μのゾーンを判別し、スピン発生時(SP=0)、ΔTAGEY≧0の場合(つまりスロットル弁開度の増大制御時)、及びゾーンZN3(高μ路面(例えばアスファルト路))の場合には、ステップS_{F8}でゲインKをK=0に設定する。また、スピン発生時にΔTAGEY<0(スロットル弁開度の減少制御時)において、ゾーンZN2(例えば雪路)の場合にはステップS_{F9}でゲインKをK=1.2に設定し、ゾーンZN1(例えば氷路)の場合にはステップS_{F10}でゲインKをK=1.5に設定する。

そして、その後は、ステップS_{F11}で基本スロットル操作量ΔTAGEY0に上記ゲインKを乗算して基本スロットル操作量ΔTAGEYを算出して、リターンする。

次に、第10図のブレーキ制御フローに基いて説明するに、ステップS_{G1}で先ずブレーキ圧の急増圧、急減圧に起因するショックを防止すべくブレーキ制御量の上限值(変化幅の最大値)BLNを設定する。

しかる後、左右のブレーキ圧のうち、右ブレーキ圧を制御すべく、右側駆動輪のスリップ率S(=VRR/VFN)を所定値S₁(例えばS₁=1.025)と比較し、S<1.025の小スリップ時には、ブレーキ制御を停止することとし、ステップS_{G2}で右側駆動輪のブレーキ制動量TB_Rを開放(零値)に設定して、ステップS_{G3}で右ブレーキフラグBFRをBFR=0(開放時)に設定する。

一方、S≧1.025の大スリップ時には、ステップS_{G4}でフィードバック制御PI(-PD制御)によって右側駆動輪へのブレーキ制動量TB_Rを算出し、その後、ステップS_{G5}でこのブレーキ制動量TB_RがTB_R>0の場合にはブレーキ増圧時(特にTB_R=0では減圧時)と判断し、ステップS_{G6}及びS_{G7}でこの制動量TB_Rが上限値BLNを超える場合には上限値BLNに制限して、ステップS_{G8}で右ブレーキフラグBFRをBFR=1(増圧時)に設定する。一方、ブレーキ制動量TB_RがTB_R<0の場合にはブレーキ減圧時と判断し、ステップS_{G9}及びS_{G10}でこの制動量TB_Rが下限値-BLNを超える場合には下限値-BLNに制限して、ステップS_{G11}で右ブレーキフラグBFRをBFR=2(減圧時)に設定する。

そして、その後は、上記と同様にして左側駆動輪のブレーキ制動量TB_Lを算出して、リターンする。

最後に、第11図のトラクション制御終了判定フローを説明する。

先ずステップS_{H1}でアクセルペダル開度ACCに応じた目標スロットル弁開度ATAGを求める。

しかる後、ステップS_{H2}でこの目標スロットル弁開度ATAGの値を判別し、約ATAG=0の場合には、トラクション制御を終了することとし、ステップS_{H1}～S_{H3}で各フラグをリセットし、スロットルアクチュエータ12への出力THRを零値とし、これを制御目標値TAGET₀とする。

一方、ATAG≠0の場合には、更にステップS_{H4}でアクセルペダル開度に応じた目標スロットル弁開度ATAGを、スリップ制御における目標スロットル弁開度TAGET₀と大小比較し、ATAG>TAGET₀の場合にはスリップ制御を執行することとし、ステップS_{H7}及びS_{H8}でこのスリップ制御における目標スロットル弁開度TAGET₀が制御下限値(初回スピン発生直後の強制低下開度値SN)未満の場合には、この下限値SNに制限した後に、ステップS_{H9}でこの目標スロットル弁開度TAGET₀をスロットルアクチュエータ12への出力値THRとする。

一方、ATAG≤TAGET₀の場合には、アクセルペダル開度に応じた目標開度ATAGでスロットル弁10を制御すべく、ステップS_{H10}でこの値ATAGを出力値THRとして、これを制御目標値TAGET₀とする。

そして、ステップS_{H12}において今回の制御目標値TAGET₀を前回の制御目標値TAGET₁として、リターンする。

よって、第4図のスピン判定フローにより、路面に対する車速(駆動輪速度V_W)を算出し、この車速V_Wに対する左右の駆動輪速度V_{WR}、V_{WL}のスリップ率(スリップ率S)を算出するようにしたスリップ検出手段23を構成している。また、第3図の制御フローにおいて、ステップS_{H6}、S_{M1}、S_{M2}、S_{M3}、S_{M4}、及び第9図のエンジンフィードバック制御フローのステップS_{F1}～S_{F4}、S_{F5}により、上記スリップ検出手段23の出力を受け、駆動輪6のスリップ率Sが目標値(目標スリップ率STA)となるよう、先ずスロットル弁開度のフィードバック制御におけるスロットル操作量ΔTAGET(ΔTAGET=K×ΔTAGET₀、ただしK=1)を演算し、次いで目標スロットル弁開度TAGET₀(TAGET₀=1+ΔTAGET)を演算して、スロットル弁10の開度を目標スロットル弁開度ΔTAGET₀に調整するよう駆動トルク調整手段22を設定応答速度(基

本スロットル操作量ΔTAGET₀=ΔTAGET)でもってフィードバック制御するようにした制御手段24を構成している。

また、第9図のエンジンフィードバック制御フローのステップS_{F6}～S_{F10}により、上記スリップ検出手段23の出力を受け、駆動輪6のスリップ率S(スリップ率S)が上記目標値(目標スリップ率STA)よりも設定値(S₁-STA)以上大きくなったスリップ発生時には、スロットル操作量ΔTAGET<0の場合(スロットル弁開度の減少制御時、つまり駆動輪6に作用する駆動トルクを低減させる場合)に限り、基本スロットル操作量ΔTAGET₀の補正ゲインKの値を、ゾーン2K=2(例えば雪道)ではK=1.2に、ゾーン2K=1(例えば氷道)ではK=1.5に各々設定して、スロットル操作量ΔTAGET=(K×ΔTAGET₀)を大きく補正することと、上記制御手段24のフィードバック制御における設定応答速度(スロットル操作量ΔTAGET)を駆動トルクを増大させる場合と比べて大きく変更するようにした応答速度変更手段25を構成している。

したがって、上記実施例においては、駆動輪6のスリップ制御中では、第13図に示す如く、駆動輪6の回転速度が上昇し記号Aで示す如くそのスリップ率Sがスピン判定値S₁以上になって駆動輪6にスリップが生じると、スロットル弁開度10の開度が小開度値SNにまで大きく低下制御され、それに伴いS<S₁に戻るとスピニングが収束した直後ではリカバリ開度値PTAGだけ瞬時に復帰制御された後、駆動輪6のフィードバック制御(PI-PD制御)が行われる。そして、駆動輪6のスリップ率Sが目標値STA未満に大きく低下するのを抑制すべく、緩衝制御、バックアップ制御が順次行われ、駆動輪の回転速度が上昇し始めると、それ以後は緩衝制御を経てフィードバック制御(PI-PD制御)が行われ、その結果、駆動輪6のスリップ率Sは図4に記号Bで示す如く目標スリップ率STAに良好に収束する。ここに、駆動輪6のスリップ率Sが目標スリップ率STAに良好に収束している状態(記号Bの状態)では、スピンフラグSP=0(スピン発生時)であって、補正ゲインK=1(ステップS_{F6})であるので、そのフィードバック制御(PI-PD制御)でのスロットル操作量ΔTAGETは基本スロットル操作量ΔTAGET₀に等しい。また、この基本スロットル操作量ΔTAGET₀の算出に用いる比例定数KP、積分定数KIは低μ路ほど小さく、基本スロットル操作量ΔTAGET₀は

低μ路ほど小さく、低μ路ほどフィードバック制御におけるスロットル弁開度の変化、つまり駆動輪6に作用する駆動トルクの変化は緩やかであり、駆動輪6の再スリップが有効に防止されて、低μ路での車両の走行安定性が良好に確保される。

而して、上記のフィードバック制御中において、図4に記号Cで示す如く駆動輪6に再びスリップが生じると、上記の基本スロットル操作量ΔTAGET₀では図4に破線で示す如くスロットル弁開度の減少が遅く、このため駆動輪6のスリップ率Sが目標値STAに収束するのに時間を要することになる。しかし、本発明では、この再スリップ時(スピンフラグSP=1)では、補正ゲインKが、ゾーン2K=1(雪道など)ではK=1.2に、ゾーン2K=1(氷道など)ではK=1.5に各々設定されて、駆動輪6の駆動トルク低減方向の目標スロットル操作量ΔTAGET(K×ΔTAGET₀) (ΔTAGET<0)は、応答速度変更手段25により、駆動トルク増大方向と比べて大きく変更される。このことにより、低μ路ほどスロットル弁開度の減少が早く、駆動輪6の駆動トルクが素早く減少して、駆動輪6の再スリップが素早く収束されることになる。

その場合、駆動輪6の駆動トルク増大方向のスロットル操作量ΔTAGET(ΔTAGET≥0)は、補正ゲインKがK=1に設定されて基本スロットル操作量ΔTAGET₀に等しく保持されるので、駆動輪6の再スリップが収束してスロットル操作量ΔTAGETがΔTAGET≥0となっても、スロットル弁開度の増大変化は元の通り緩やかであり、駆動輪6の再スリップを有効に防止することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の構成を示すブロック図である。第2図～第12図は本発明の実施例を示し、第2図は全体概略構成図、第3図～第11図はそれぞれコントローラによる駆動輪のスリップ制御を示すフローチャート図、第12図は作動説明図である。

1…エンジン、6…駆動輪、10…スロットル弁、11…アクセルペダル、20…コントローラ(制御装置)、22…駆動トルク調整手段、23…スリップ検出手段、24…制御手段、25…応答速度変更手段。